



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

IZTACALA

VARIACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE COLEÓPTEROS
NECRÓFILOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE, SILPHIDAE
Y TROGIDAE) ENTRE UN BOSQUE DE ENCINO Y UN
MATORRAL XERÓFILO EN GUANAJUATO, MÉXICO.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA

CINDY GARCÍA FERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Esteban Jiménez Sánchez



Los Reyes Iztacala, Estado de México 2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mi familia, por ser los cimientos en mi vida, por su apoyo incondicional y por creer en mí.

Mamá: Gracias por el tiempo, los consejos y la dedicación.

Cuca y Pacho: Agradezco el cariño y el soporte en este camino.

Katy, Jocelyn, Natalia y Hugo: Por estar ahí cuando lo he necesitado, por la alegría que le dan a los días.

Dan: Por estar conmigo a pesar de las adversidades, por ser mi compañero en nuestra nueva vida.

Sabina: Eres el motor de mi vida, me inspiras a mejorar cada día, te amo hija.

Al Dr. Esteban Jiménez por las enseñanzas, la paciencia y las herramientas brindadas.

A mis compañeros de laboratorio: Andrea, Julio, Maricela, Gaby, Izamari, y a todos los demás, gracias por los ratos compartidos, las charlas amenas y la compañía.

Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM. Clave del proyecto: RA203615. Título del proyecto: Coleópteros (Insecta: Coleoptera) de la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM.

Agradezco a la DGAPA-UNAM por la beca otorgada.



*They who dream by day are cognizant of many things which escape those who
dream only by night.*
Edgar Allan Poe

Contenido:

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	4
Objetivos	10
Área de estudio	11
Material y métodos	13
Resultados	15
Discusión	25
Conclusiones	29
Referencias citadas	31
Anexos	41

Resumen

Cada hábitat posee una comunidad particular de coleópteros en función de la estructura y composición del tipo de vegetación. La preferencia de estos por el hábitat permite que puedan ser utilizados como bioindicadores. Por lo que en este estudio se analiza la composición de coleópteros necrófilos en un bosque de encino (BE) y un matorral xerófilo (MX) en Guanajuato, México; se realizaron recolectas mensuales durante un ciclo anual y se colocaron seis trampas tipo NTP-80 en cada tipo de vegetación. Se obtuvieron 1,551 especímenes de once especies. La familia más abundante fue Scarabaeidae con 1,195 individuos, seguida de Silphidae (343) y Trogidae (13). La mayor diversidad y uniformidad se presentó en el bosque de encino. La mayor riqueza y abundancia se obtuvo en el matorral xerófilo con nueve especies y 1,061 individuos, mientras que en el bosque de encino se registraron siete especies y 490 individuos. En el BE la mayor diversidad se registró en la estación de lluvia, y en el MX la mayor diversidad ocurrió durante la estación de seca. *Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888 y *Onthophagus (chevrolati) chevrolati* Harold, 1869 fueron las especies más abundantes en el bosque de encino y *Onthophagus lecontei* Harold, 1871 dominó en el matorral xerófilo. Ambos tipos de vegetación compartieron el 54% de las especies: todas las especies de Silphidae, y tres de las cuatro recolectadas para Scarabaeidae, entretanto las cuatro de Trogidae fueron exclusivas del matorral xerófilo. Las especies *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940, *Omorgus rubricans* Robinson, 1946, *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 y *Copris lecontei* Matthews, 1961, representan primeros registros para el estado de Guanajuato. El gremio de los necrófagos fue el más abundante en el BE y en el MX dominaron los copro-necrófagos y los telio-necrófagos fueron los menos numerosos. Se observaron diferencias en cuanto a la composición faunística entre los dos tipos de vegetación, el MX tuvo mayor riqueza de especies y abundancia que el BE y ambos tuvieron especies con preferencia por cada uno, *N. mexicanus* y *O. (c.) chevrolati* dominaron en el BE y *O. lecontei* en el MX.

Introducción

El orden Coleoptera es el más rico y variado de la clase Insecta con 392,415 especies descritas (Zhang, 2013), que corresponden a cerca del 40% del total de los insectos y 30% de los animales; a nivel mundial se conocen 211 familias (Bouchard *et al.*, 2011), de las cuales en México están descritas 116 y de éstas 38 han sido registradas como necrófilas (Labrador, 2005).

Poseen una gran importancia ecológica que radica en sus funciones y adaptaciones, desempeñan diversos papeles en los ecosistemas al actuar como descomponedores, regular las poblaciones de otros insectos, acelerar el ciclo de los nutrientes, mejorar la aireación y el almacenamiento de la humedad del suelo, además de representar un recurso alimentario para muchas especies de vertebrados e invertebrados (Morón y Terrón, 1984; Morón, 1985).

La preferencia de hábitat por parte de los diferentes grupos funcionales está fuertemente influenciada por sus hábitos alimentarios (Lassau *et al.*, 2005; Navarrete, 2009). En el caso de la familia Scarabaeidae larvas y adultos se alimentan de materia orgánica animal o vegetal en descomposición, aunque hay algunas especies que se alimentan de hongos; a las especies de esta familia se les encuentra en casi todos los ambientes ubicados entre el nivel del mar y los 3,500 msnm. En cuanto a las especies de Trogidae, tanto larvas como adultos se alimentan de restos orgánicos secos como plumas, pelos y excrementos; y sus especies están presentes en las regiones subtropicales, principalmente en las partes áridas (Morón, 2003). La mayor parte de las especies de la familia Silphidae son necrófagas estrictas, aunque existen algunas depredadoras; sus especies se han registrado en ambientes tropicales y subtropicales y poseen una marcada preferencia altitudinal (Navarrete-Heredia, 2009).

Otro factor que afecta directamente la estructura y composición del hábitat son las actividades humanas, al reducir la vegetación original, estas modificaciones tienen como consecuencia cambios en las poblaciones de coleópteros que pueden disminuir o incrementar su diversidad dependiendo de las tolerancias ecológicas de cada especie (Davis *et al.*, 2004; Arellano *et al.*, 2005).

Cada hábitat posee una comunidad particular de coleópteros en función de la estructura y composición del tipo de vegetación. La complejidad del hábitat está asociada positivamente con la riqueza de la fauna en una escala espacial (Humphrey *et al.*, 1999); las medidas de complejidad del hábitat, integrado con niveles de biodiversidad comparativos pueden proveer ideas útiles para la toma de decisiones en materia de conservación.

Los coleópteros pueden ser utilizados como bioindicadores debido a su sensibilidad ante las modificaciones ambientales y a los patrones de distribución basados en su afinidad por el tipo de hábitat y las características del mismo (Morón y Terrón, 1984; McGeoch, 1998; Halffter y Fávila, 1993; Halffter *et al.*, 2001; McGeoch, 2002; Nichols *et al.*, 2007; Otavo *et al.*, 2013).

Antecedentes

En cuanto al estudio de estas familias, para el estado de Guanajuato los primeros registros fueron hechos por Eugenio Dugès en la segunda mitad del siglo XIX, quien incluyó en sus manuscritos varias especies de Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae (Zaragoza, 1999). Otros registros para el estado se encuentran incluidos en la *Biología Centrali Americana* (Bates, 1886-1890).

En la literatura contemporánea se tiene el estudio ecológico efectuado por Delgado y Gómez-Anaya (2003) sobre la familia Silphidae que se realizó en tres gradientes altitudinales, uno de ellos fue en la Sierra de Santa Rosa, Guanajuato donde se muestrearon ocho sitios con bosque de encino y matorral xerófilo.

Algunos registros esporádicos en revisiones taxonómicas y atlas refieren a especies de Scarabaeidae y Trogidae para algunas localidades de Guanajuato (Vaurie, 1955; Deloya, 2000 y Morón, 2003).

La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de caso (2012) desarrollado por el Gobierno de Guanajuato en colaboración con la CONABIO incluye algunos registros ocasionales sobre algunas familias de coleópteros como Buprestidae, Cerambycidae e Hydrophilidae, sin embargo y debido a la ausencia de publicaciones formales con muestreos adecuados, los autores resaltan la necesidad de desarrollar proyectos sobre estudios faunísticos que proporcionen información para actualizar el inventario estatal y nacional de biodiversidad, el cual sirva como base para la toma de decisiones en materia de conservación.

El estudio de coleópteros necrófilos en México se incrementó notablemente a partir del trabajo de Morón y Terrón (1984) en donde se describe la trampa denominada NTP-80 diseñada especialmente para facilitar la recolecta de insectos necrófilos y que favorece el muestreo sistemático durante largos periodos de tiempo. A pesar de esto, y aunque nuestro país es considerado megadiverso, resultan escasas las contribuciones formales y gran parte del territorio nacional se encuentra en fase de exploración. El estado de Guanajuato no es la excepción y esto se corrobora ante la ausencia de publicaciones con relación a la fauna de coleópteros necrófilos.

En el 2005 Labrador aportó una lista de los coleópteros necrófilos de México para conocer los estados donde se han llevado a cabo la mayoría de estudios, así como los tipos de vegetación y altitud con presencia de coleópteros necrófilos; también estableció la similitud faunística entre las regiones revisadas. Respecto a la diversidad estatal refiere únicamente siete localidades muestreadas en Guanajuato. Mostró 100 trabajos de inventario con coleópteros necrófilos y registró 38 familias de coleópteros necrófilos, 156 géneros y 425 morfoespecies, 241 determinadas.

Actualmente se han manifestado trabajos sobre algunas de las familias de Coleoptera para conocer la composición en los diferentes tipos de vegetación, los cuales pueden incluir escalas espacio-temporales (ej. árboles, bosques, sitios, intervalos de tiempo, etc.) en su análisis. Entre las publicaciones recientes de este tipo, hechas en otros estados del país que incluyen a las familias Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae se tienen las siguientes:

Acuña en el 2004 presentó un listado de los coleópteros necrófilos en la Sierra Norte de Puebla, se efectuaron recolectas mensuales durante un ciclo anual comprendido entre Diciembre del 2001 a Noviembre del 2002, utilizando la necrotrampa permanente NTP-80 cebada con calamar en un transecto altitudinal de 350 a los 1300 m eligiendo cinco tipos de muestreo uno en bosque mesófilo de montaña, en una selva alta perennifolia, un pastizal inducido, un cafetal y un vivero obteniendo 51 especies y la diversidad más alta ocurrió en el bosque mesófilo de montaña.

Rivera-Cervantes y García-Real en 1998 analizaron la composición de escarabajos necrófilos de las familias Silphidae y Scarabaeidae en dos bosques de pino: uno dañado por un incendio y otro no dañado en Jalisco. Efectuaron colectas mensuales durante un año utilizando necrotrampas NTP-80; colectaron un total de 2,157 individuos de los cuales Silphidae presentó tres especies y 1,047 individuos y Scarabaeidae presentó cinco especies y 1,110 individuos. La mayor abundancia de Silphidae se encontró en el bosque de pino no quemado, lo mismo para Scarabaeidae que también fue más abundante en el bosque de pino no quemado. *Nicrophorus mexicanus* fue la especie más dominante de Silphidae y se colectó a lo largo de todo el año de muestreo, a pesar de esto su mayor tasa de captura fue en los meses de mayo a agosto en el bosque de pino no quemado, al mismo tiempo en el bosque de pino quemado la mayor abundancia transcurrió en septiembre; y la especie más dominante de

Scarabaeidae fue *Oniticellus rhinocerulus* que presentó, en ambos sitios, su mayor tasa de captura al inicio del periodo de lluvias que abarca de junio a septiembre.

Cejudo-Espinosa y Deloya en el 2005 hicieron colectas en un bosque de pino en Zinacantepec, México durante un año con NTP-80 obteniendo 1,484 individuos de Staphylinidae, Nitidulidae, Leiodidae y Silphidae. Los sílfidos estuvieron representados por dos especies y fue la familia con la menor abundancia con siete individuos.

Gómez en el 2005 realizó un estudio de los macro-coleópteros necrófilos de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México, efectuó colectas mensuales durante un ciclo anual, mediante la NTP-80 cebada con calamar en 12 sitios de muestreo seleccionados al azar en donde las familias con más riqueza fue Scarabaeidae con quince especies, Trogidae con cuatro y Silphidae una.

Deloya y colaboradores en el 2007 realizaron una lista de las especies de Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al bosque mesófilo de montaña, cafetales bajo sombra y comunidades derivadas en el centro de Veracruz emplearon diez trampas cebadas con excremento humano (coprotrampa temporal), diez trampas con calamar fresco (necrotrampa temporal), dos necrotrampas permanentes tipo NTP-80, revisaron boñigas de ganado vacuno y equino y una trampa de luz fluorescente de 40 watts, encontraron un total de 9982 organismos pertenecientes a las familias Scarabaeidae y Trogidae y representando 21 géneros y 50 especies.

Quiroz-Rocha y colaboradores en el 2008 realizaron una lista de las especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) en dos localidades diferentes del municipio de Mascota en el estado de Jalisco una en un bosque mesófilo de montaña y la otra en un bosque de pino-encino, realizaron colectas durante 18 meses con necrotrampas permanentes modificadas así como tres cadáveres de rata, cinco de conejo, cinco de codorniz, tres coprotrampas cebadas con excremento humano y cinco cadáveres de cerdo y encontraron un total de 7916 especies de la familia Silphidae y de la subfamilia Scarabaeinae que representan 15 géneros y 23 especies, de los cuales el 79.3% proceden de necrotrampas y el resto se colectaron en los cadáveres y en las coprotrampas.

Mora-Aguilar y Montes de Oca en el 2009 presentaron un estudio de los escarabajos necrófagos (Scarabaeidae y Trogidae) de la región baja de Veracruz y compararon la composición de su ensamble con otras regiones. Ejecutaron colectas durante la época de lluvias durante un año en sitios con bosque tropical subcaducifolio perturbado. Obtuvieron 2,135 especímenes pertenecientes a dieciocho especies de Scarabaeidae y Trogidae. La familia Scarabaeidae presentó el 97.5% de la abundancia total y el 89% de las especies.

Trevilla-Rebollar y colaboradores en el 2010 hicieron un inventario de las especies de coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) presentes en el bosque tropical caducifolio y bosque de pino-encino de Malinalco, Estado de México; analizaron la diversidad, fenología, abundancia, riqueza y similitud faunística con otras zonas del país. Realizaron muestreos entre agosto del 2005 y julio del 2006 colocando cuatro necrotrampas permanentes NTP-80 en 5 sitios diferentes, encontrando un total de 7680 organismos de Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae que representan a 18 géneros y 38 especies. Y al comparar los resultados de otras faunas estudiadas en condiciones ecológicas similares encontraron una relación de similitud con la mayoría de las localidades. Y por primera vez fueron reportadas 17 especies de Scarabaeidae y tres de Trogidae para el Estado de México.

Naranjo-López y Navarrete-Heredia en el 2011 evaluaron la composición de coleópteros necrócolos, enfatizando el análisis de datos en las familias Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae en Jalisco. Realizaron colectas mensuales durante un año en dos localidades, una con bosque tropical caducifolio y otra con bosque de pino, utilizando dos NTP-80 por localidad. La mayor riqueza específica se presentó en el bosque tropical caducifolio con 28 especies y la menor en el bosque de pino con 15 especies. Los coleópteros estuvieron representados por 34 familias, de las cuales Scarabaeidae tuvo la mayor riqueza, seguida de Histeridae y Silphidae.

Caballero y León-Cortés en el 2011 compararon el ensamble de coleópteros atraídos a excremento de ganado y cadáveres de rata en cuatro tipos de vegetación asociados a bosque de encino. Obtuvieron que los escarabajos necrófilos fueron más diversos que los coprófagos, y que el ensamble de escarabajos varía en diversidad y composición en lo que respecta al tipo de vegetación y temporada: las muestras de vegetación menos perturbada (bosque de encino y barrancos), tuvieron la diversidad más alta, y un fuerte efecto de la

estacionalidad fue registrado para los escarabajos necrófilos. El análisis de IndVal mostró que en los tipos de vegetación relativamente conservados se registraron más especies indicadores en comparación a sitios perturbados. Este trabajo demostró que el bosque de encino menos fragmentado y barrancos son las áreas más valiosas para los escarabajos necrófilos y coprófagos en México neotropical.

Navarrete-Heredia y colaboradores en el 2012 desarrollaron un listado de coleópteros necrófilos en el Bosque los Colomos en dos localidades colocando seis necrotrampas cebadas con calamar dos por tipo de vegetación (bosque de casuarina, bosque de eucalipto, bosque de pino) y además dos en una zona de transición con vegetación secundaria; encontrando 6094 especies de coleópteros pertenecientes a 28 familias, las familias más abundantes fueron Curculionidae, Leiodidae, Nitidulidae e Histeridae y las menos abundantes fueron Silphidae y Scarabaeidae.

Delgado y colaboradores en el 2012 analizaron la diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en tres sitios de muestreo en Montebello, Chiapas. Realizaron dos recolectas de escarabajos al mes con duración de seis días cada una, colocaron tres coprotrampas temporales cebadas con excremento humano, nueve necrotrampas permanentes tipo NTP-80 cebadas con calamar y nueve carpotrampas cebadas con plátano fermentado; así mismo en cada sitio se colocó una trampa de luz blanca fluorescente de 40 watts de potencia y una trampa de luz negra de 40 watts activas durante dos horas a partir del crepúsculo. Encontrando 3499 especímenes de Scarabaeoidea que representan a 67 especies pertenecientes a tres familias, diez subfamilias y 34 géneros.

Jiménez-Sánchez y colaboradores en el 2012 estudiaron la abundancia, diversidad y riqueza de las familias Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae en una región semiárida de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Llevaron a cabo colectas mensuales durante un año en cinco diferentes tipos de vegetación con ayuda de necrotrampas tipo NTP-80. Los datos de riqueza y abundancia fueron evaluados mensualmente respecto a la precipitación. Obtuvieron un total de 613 individuos de 15 especies. La mayor riqueza se presentó en la familia Staphylinidae, seguida de Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae respectivamente.

González-Hernández y colaboradores en el 2013 desplegaron una lista de coleópteros (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) asociados a un cadáver de lechón *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) en el Bosque Los Colomos que había muerto de manera natural con un día de evolución cadavérica en refrigeración, el muestreo se llevó a cabo diario durante media hora entre el 13 y el 20 de julio de 2011 (8 días) y encontraron 118 organismos pertenecientes a cuatro especies.

Arellano y Castillo-Guevara en el 2014 analizaron el efecto de los cambios en la vegetación y el suelo, resultantes de un incendio forestal no controlado, en sitios quemados, no quemados y de borde, en un bosque templado a 2,268 msnm del centro de México. Hicieron recolectas mensuales en dos temporadas de lluvias. Obtuvieron 6,786 especímenes de 6 especies de Scarabaeidae. La textura, humedad relativa y la cantidad de carbono y nitrógeno en el suelo, así como las relaciones de dominancia-diversidad de los ensamblajes de los escarabajos del estiércol, fueron significativamente diferentes entre los sitios. Las abundancias mensuales entre especies, entre meses y su interacción cambiaron significativamente. Y señalan que a pesar de que el incendio no tuvo un impacto significativo en el corto plazo en el ensamble de los escarabajos coprófagos, hubo un decremento importante en las abundancias de las especies en la segunda temporada de muestreo.

González-Hernández y colaboradores en el 2015 estudiaron el ensamble de coleópteros necrócolos en el Bosque de Los Colomos, Guadalajara que se divide en dos secciones con vegetación compuesta por elementos de pino, casuarina y eucalipto. Efectuaron recolectas mensuales durante un año utilizando NTP-80. Obtuvieron 363 ejemplares de 8 especies de las familias Trogidae, Silphidae y Scarabaeidae. La mayor abundancia la alcanzó la familia Trogidae con 204 individuos, seguida de Silphidae con 120 y Scarabaeidae con 38. La especie dominante en términos de abundancia fue *Trox spinulosus dentibius*. La mayor riqueza y abundancia se observó en el bosque de eucalipto en la sección II donde hubo 8 especies y 97 individuos.

Objetivos

Objetivo general:

- Comparar la composición de coleópteros necrófilos (Coleoptera: Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) entre un bosque de encino y un matorral xerófilo.

Objetivos particulares:

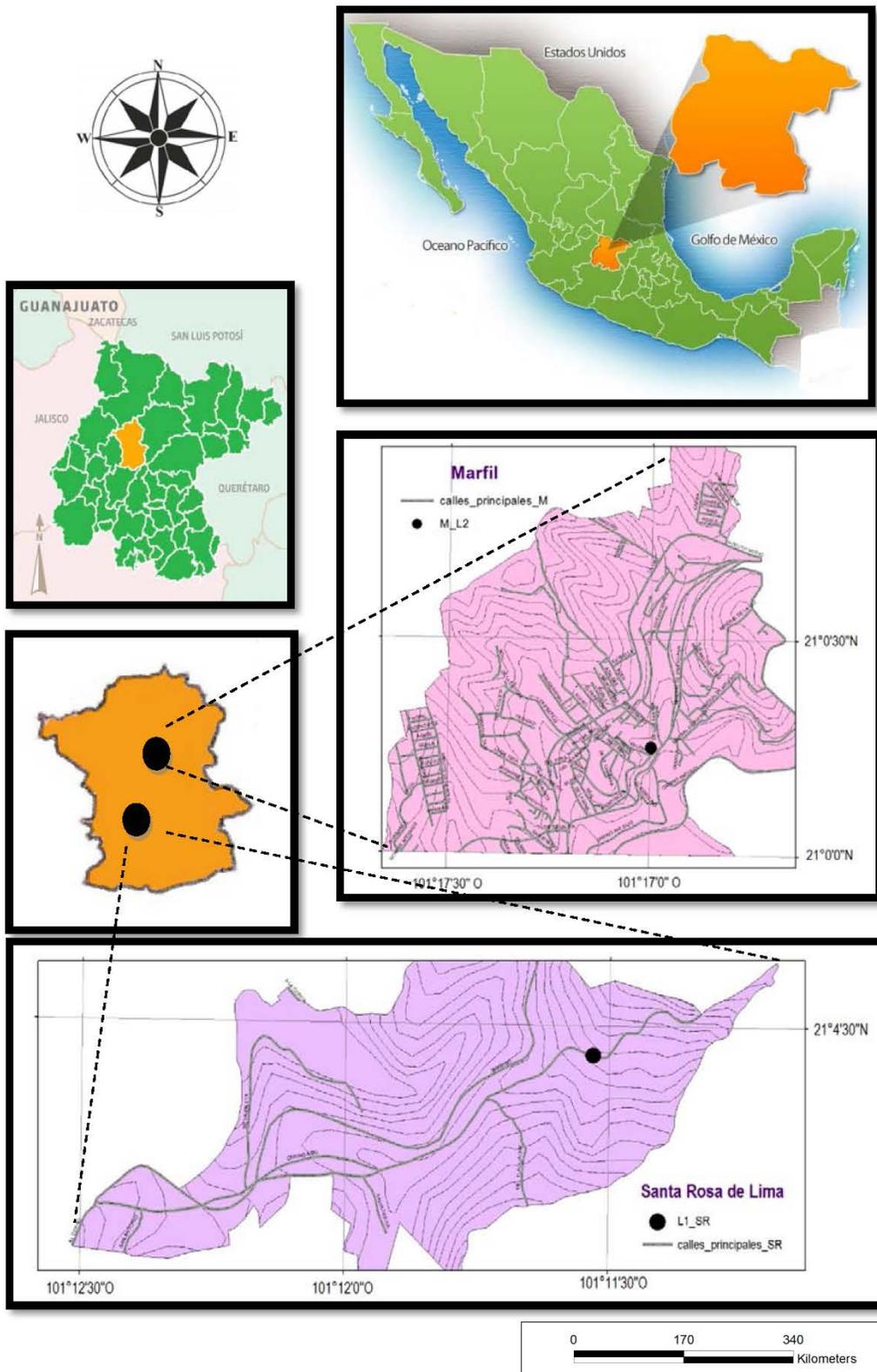
- Realizar una lista de las especies presentes en dos localidades del estado de Guanajuato.
- Analizar el efecto del tipo de vegetación en la variación de la riqueza, abundancia, diversidad y similitud faunística.
- Describir la variación temporal de las especies de coleópteros necrófilos en cada tipo de vegetación.
- Analizar la variación de los gremios tróficos en cada tipo de vegetación.

Área de estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Guanajuato ubicado entre los paralelos 21°14' y 20°49' N y los meridianos 101°03' y 101°27' O a una altitud entre 1,700 y 3,000 msnm; colinda al norte con los municipios de San Felipe y Dolores Hidalgo; y con este último también colinda en la parte este; al sur con los municipios de Salamanca e Irapuato; al oeste con los municipios de Silao y León. Ocupa el 3.3% de la superficie total del estado.

Posee un clima templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media con un rango de temperatura que oscila entre 12 a 20° C y un rango de precipitación media de 600 a 900 mm. Los tipos de roca predominantes son: riolita-toba ácida (ígneas extrusivas), diorita (ígneas intrusivas), conglomerado (sedimentaria) y esquisto (metamórfica). El suelo es de tipo aluvial y dominan el phaeozem, luvisol y cambisol. El uso del suelo está constituido de 48.3% bosque (bosque de *Quercus*, bosque de coníferas), 28.4% matorral y pastizal, 18.8% utilizado en la agricultura, 2.6% de zona urbana y 1% bosque tropical caducifolio (INEGI, 2010; CONABIO, 2012.).

Se seleccionaron dos tipos de vegetación, uno correspondió a un bosque de *Quercus* (BE) ubicado en la Sierra de Santa Rosa de Lima en los 21°05'10"N y 101°11'17"O a una altitud de 2,500 msnm, con precipitación media anual de 800 mm, la estación de lluvias (precipitación > 50mm) va de mayo a octubre y la de secas de noviembre a abril; el otro tipo de vegetación fue un matorral xerófilo (MX) presente en la localidad de El Marfil, que se encuentra en los 21°00'12"N y 101°16'29"O a una altitud de 2,028 msnm, con una precipitación media anual de 700 mm, las lluvias (precipitación > 40mm) van de mayo a septiembre y la sequía de octubre a abril, ambas localidades tienen un clima templado subhúmedo (CNA, 2003).



Mapa 1. Ubicación del área de estudio. Modificado de <http://cuentame.inegi.org.mx/mapas/>

Materiales y métodos

Muestreo. Se realizaron recolecciones mensuales durante un ciclo anual de enero a diciembre de 2003. En cada hábitat fueron colocadas seis trampas tipo NTP-80 cebadas con calamar y que contenían como líquido conservador una mezcla de 95 partes de alcohol etílico al 70% y cinco partes de ácido acético (Morón y Terrón, 1984), las trampas se distribuyeron en transectos lineales a lo largo de la pendiente de cada sitio, con una separación entre cada una de aproximadamente 100 metros. El cebo y el líquido conservador se sustituyeron cada mes y los insectos capturados se colocaron en frascos con alcohol al 70% y fueron llevados al laboratorio para su separación. Los especímenes se depositaron en la Colección de Artrópodos de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (CAFESI), Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, Estado de México y en la Colección Entomológica del Instituto de Ecología de Xalapa (IEXA), Veracruz, México.

Identificación de ejemplares. Los ejemplares se separaron, algunos fueron montados y otros se conservaron en alcohol al 70% y se determinaron taxonómicamente mediante las claves especializadas de Navarrete-Heredia (2009) para la familia Silphidae; Delgado *et al.* (2000) y Zunino y Halffter (1988) para Scarabaeidae; Vaurie (1955) y Deloya *et al.* (2007) para Trogidae. Para la identificación de las especies de Scarabaeidae y Trogidae se contó con la asesoría del Dr. Cuahtémoc Deloya (Instituto de Ecología A. C., Xalapa, Veracruz). Así como, por comparación con ejemplares depositados en la CAFESI.

Tratamiento de datos. Los especímenes se catalogaron en la base de datos Mantis V.2.0 (Naskrecki, 2008) que incluye los siguientes campos: datos del espécimen (estado de desarrollo, sexo, medio de preservación, método de captura, tipificación en caso de tratarse de ejemplares tipo, determinador, lugar de almacenamiento), datos de identificación (nombre de la especie, sinonimias, familia y otros datos de la clasificación), datos del evento (país, estado, localidad, altitud, coordenadas, fecha, colector, hábitat, notas), otros datos (notas, historia del espécimen, citas). Y a partir de ésta se obtuvieron los datos de abundancia que correspondió al número de individuos (n) y la riqueza referida como el número de especies para cada familia, sitio de muestreo y época del año.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon y la uniformidad para cada tipo de vegetación y época del año, la diversidad entre éstas se comparó con una prueba de *t* de Hutcheson (Magurran, 1989). Para analizar la similitud entre los hábitats, se calculó el índice de Jaccard que considera la presencia-ausencia de las especies. Éstos análisis se calcularon con el programa Past 2.17c (Hammer *et al*, 2001).

Con los datos de las especies de cada uno de estos grupos, se elaboraron curvas de rango-abundancia y de acumulación de especies por tipo de vegetación. Por otro lado, debido a que la riqueza local alcanzada en las muestras para grupos muy diversos como los insectos, subestima el número de especies real, se empleó el estimador de especies no paramétrico ACE (estimador de cobertura basado en la abundancia) que considera el número de especies de un muestreo que sólo están representadas por uno o dos individuos (Villareal *et al.*, 2006), y se calculó con el programa EstimateS V. 8.2.0 (Colwell 2006).

Las especies se agruparon en gremios tróficos de acuerdo con Navarrete-Heredia *et al.* (2012), Morón (2003) y Deloya *et al.* (2007). Todas las familias se conjuntaron en el grupo funcional de los saprófagos donde se incluye al gremio de las especies necrófagas (Silphidae), las telio-necrófagas (Trogidae), así como, las copro-necrófagas (Scarabaeidae).

Resultados

Composición de la comunidad de coleópteros

Se recolectaron un total de 1,551 especímenes, de los cuales la familia Scarabaeidae fue la más abundante con 1,195 individuos, seguida por Silphidae (343) y Trogidae (13) (Cuadro 1).

Se obtuvieron un total de once especies, la mayor riqueza se presentó en la familia Scarabaeidae y Trogidae con cuatro especies cada una, la familia Silphidae tuvo únicamente tres especies (Cuadro 1).

Las once especies se determinaron a nivel específico, excepto una de Scarabaeidae que fue determinada como afín a especie conocida. Las especies *Trox spinulosus dentibius* Robinson, 1940, *Omorgus rubricans* Robinson, 1946, *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775 y *Copris lecontei* Matthews, 1961, representan nuevos registros para el estado de Guanajuato (Cuadro 2)

De manera general, en el MX se generó la mayor abundancia y riqueza con 1,061 individuos y diez especies, en tanto que en el BE se registró la menor abundancia y riqueza con 490 individuos y siete especies (Cuadro 1).

La curva de acumulación de especies del estimador ACE indicó un inventario casi completo en el MX con el 87% de las especies, mientras que en el BE se alcanzó el total de las especies esperadas (Fig. 1).

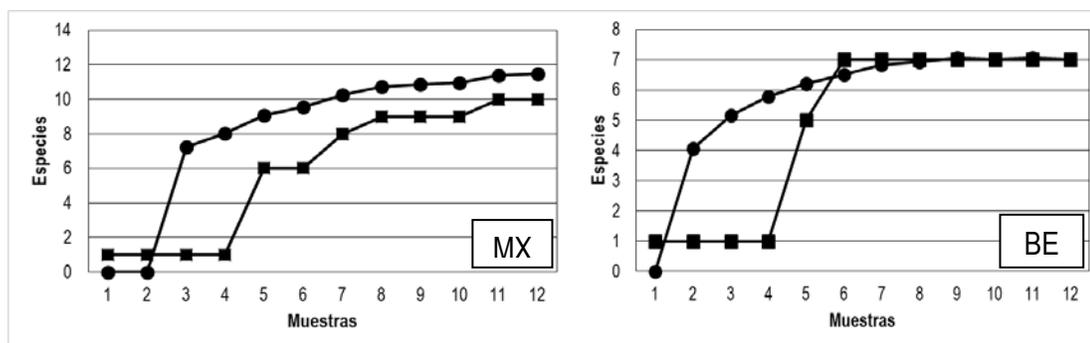


Figura 1. Curvas de acumulación de especies observadas (cuadrados) y riqueza estimada, ACE (círculos) de los coleópteros necrófilos en el matorral xerófilo (MX) y el bosque de encino (BE).

Cuadro 1. Lista de especies y su abundancia por época del año, en el bosque de encino y el matorral xerófilo de Guanajuato, México. *Especies exclusivas de un tipo de vegetación.

TAXONES	BOSQUE DE ENCINO			MATORRAL XERÓFILO			Total general
	Lluvias	Sequía	TOTAL	Lluvias	Sequía	TOTAL	
<u>Scarabaeidae</u>							1,195
Scarabaeinae							
Onthophagini							
<i>Onthophagus lecontei</i> Harold, 1871.	32		32	903	81	984	1016
<i>Onthophagus (chevrolati) chevrolati</i> Harold, 1869.	164		164	7		7	171
<i>Onthophagus aff. brevifrons</i>	3		3*				3
Coprini							
<i>Copris lecontei</i> Matthews, 1961.	3		3	2		2	5
<u>Silphidae</u>							343
Nicrophorinae							
<i>Nicrophorus mexicanus</i> Matthews, 1888.	173	76	249	10	4	14	263
<i>Nicrophorus olidus</i> Matthews, 1888.	26	10	36	10	1	11	47
Silphinae							
<i>Thanatophilus truncatus</i> Say, 1823.	3		3	15	15	30	33
<u>Trogidae</u>							13
<i>Trox plicatus</i> Robinson, 1940.				7		7*	7
<i>Trox spinulosus dentibius</i> Robinson, 1940.				4		4*	4
<i>Omorgus rubricans</i> Robinson, 1946.					1	1*	1
<i>Omorgus suberosus</i> Fabricius, 1775.				1		1*	1
ABUNDANCIA	404	86	490	959	102	1061	1551
RIQUEZA	7	2	7	9	5	10	11

Cuadro 2. Especies registradas por primera vez para el estado de Guanajuato y sus registros previos.

Primeros registros para Guanajuato	Registros previos
Scarabaeidae	
<i>Copris lecontei</i>	Chihuahua, Colima, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, Sonora (Morón, 2003).
Trogidae	
<i>Trox spinulosus dentibius</i>	Baja California, Chihuahua, Coahuila, Durango, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León y Puebla (Deloya, 2000, Morón, 2003).
<i>Omorgus rubricans</i>	Chiapas, Jalisco, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz (Deloya, 2000, Morón, 2003).
<i>Omorgus suberosus</i>	Baja California, Chiapas, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Deloya, 2000). Colima, Nuevo León (Morón, 2003).

Similitud faunística y preferencia de especies por el tipo de vegetación

A nivel de familia, Silphidae fue más abundante en el BE (n=288) que en el MX (n=55), sus tres especies estuvieron presentes en ambos tipos de vegetación. Por el contrario, Scarabaeidae tuvo mayor abundancia en el MX (n=993) que en el BE (n=202), entre ambos tipos de vegetación hubo una diferencia de tan solo una especie con tres y cuatro respectivamente. Trogidae fue exclusiva del MX con trece individuos y cuatro especies.

Ambos tipos de vegetación manifestaron seis especies en común (índice de Jaccard=54%), de Scarabaeidae compartieron a *Onthophagus (chevrolati) chevrolati* Harold, 1869 que tuvo favoritismo por el BE donde se obtuvo el 96% del total de individuos capturados, por el contrario *Onthophagus lecontei* Harold, 1871 eligió el MX con 96.9%, sin tendencia marcada *Copris lecontei* (BE=0.2%; MX=0.1%) y *Onthophagus aff. brevifrons* fue exclusiva del BE. Para el caso de Silphidae tanto *Nicrophorus mexicanus* Matthews, 1888. (94.7%) como *Nicrophorus olidus* Matthews, 1888. (76.6%) tuvieron inclinación por el BE, mientras que *Thanatophilus truncatus* Say, 1823. (90.9%) prefirió el MX (Cuadro 1).

Patrones de diversidad

Las curvas de rango-abundancia de las especies mostraron una comunidad de macrocoleópteros donde una o dos especies dominaron la abundancia de cada sitio. *Nicrophorus mexicanus* (n=249) y *O. (chevrolati) chevrolati* (n=164) fueron dominantes en el BE y *O. lecontei* (n=984) en el MX (Fig. 2), las primeras dos especies juntas agruparon el 84.3% de la abundancia total del BE y la última representó el 93% del total registrado en el MX (Fig. 2).

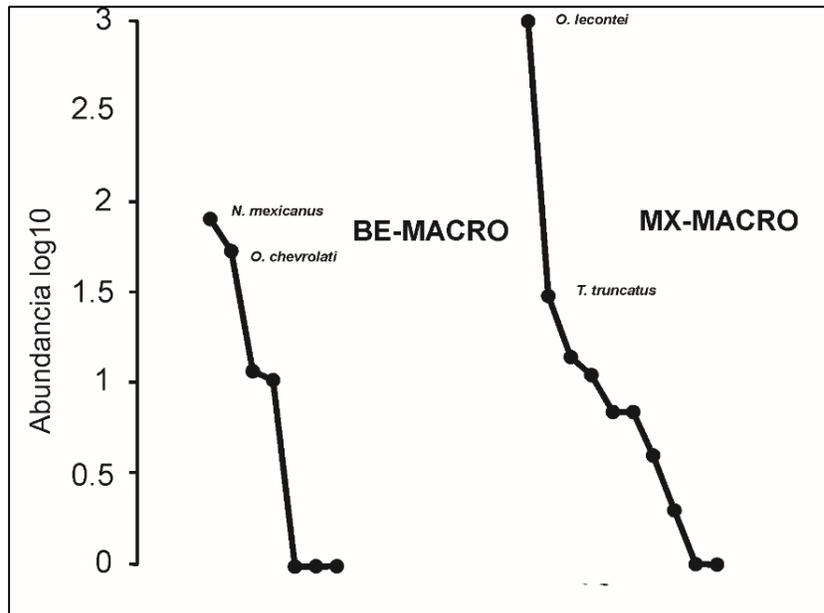


Figura 2. Curvas de rango abundancia de los macrocoleópteros en ambos tipos de vegetación.

Al menos la mitad de las especies de cada sitio, estuvieron representadas por menos de 10 individuos, seis especies del MX tuvieron esta condición y tres especies del BE, de las cuales cuatro y una respectivamente fueron exclusivas de ese tipo de vegetación (Cuadro 1).

El BE ($H'=1.174$; $E=0.4621$) presentó mayor diversidad y uniformidad que el MX ($H'=0.3874$; $E=0.1473$) (valores de diversidad significativamente diferentes, prueba de t , $gl=1242.4$, $p=1.45^{-47}$).

Estacionalidad de las especies

En el caso de los coleópteros del MX sólo una especie apareció en siete meses, 5 especies entre dos y cuatro meses y las 4 restantes en un solo mes. La estacionalidad fue muy marcada y las especies exclusivas del periodo húmedo fueron: *Onthophagus (chevrolati) chevrolati* presente en un solo mes, *Copris lecontei* en dos meses, *Trox plicatus* Robinson, 1940 en tres meses, *Trox spinulosus dentibius* en un mes y *Omorgus suberosus* en un mes mientras que *Onthophagus lecontei*, *Nicrophorus mexicanus*, *Nicrophorus olidus* y *Thanatophilus truncatus* estuvieron en ambas estaciones (Anexo 1).

Con respecto a la distribución temporal de la comunidad de escarabajos del BE, sólo *N. mexicanus* concurrió en 11 meses, de enero a noviembre, 5 especies entre dos y cinco meses, de las cuales *Onthophagus (chevrolati) chevrolati*, *Onthophagus lecontei*, *Copris lecontei* y *Thanatophilus truncatus* fueron exclusivas de las lluvias, adicionalmente se incluyó a *N. olidus* que aunque se registró al inicio de la sequía, prácticamente estuvo restringida al periodo de lluvias. *Onthophagus aff. brevifrons* fue exclusiva de las lluvias y sólo se presentó en un único mes (Anexo 2).

La mayor riqueza en el MX aconteció en mayo con seis especies, lo cual coincidió con el inicio de las lluvias y durante la sequía, en octubre se capturaron tres especies, en noviembre cuatro y en enero solamente una especie. (Fig. 3A). La mayor riqueza de macro-coleópteros en el BE fue en mayo y junio con cinco especies cada uno. A diferencia del MX, en la sequía se presentaron dos especies en noviembre y una especie de forma constante de enero a abril (Fig. 3B).

Se observó solo un pico de abundancia tanto el BE como el MX durante el periodo de lluvias, en junio y agosto respectivamente. El pico observado en el BE se debe al incremento de las poblaciones de *N. mexicanus* y *Onthophagus (chevrolati) chevrolati*, mientras que el registrado en el MX correspondió al aumento de la abundancia de *O. lecontei* (Fig. 3C y D). Esta última especie, que dominó con más del 90% de la abundancia total en el MX estuvo en ambas estaciones, sin embargo, tuvo su mayor abundancia durante la estación de lluvias en el mes de agosto (Fig. 4A).

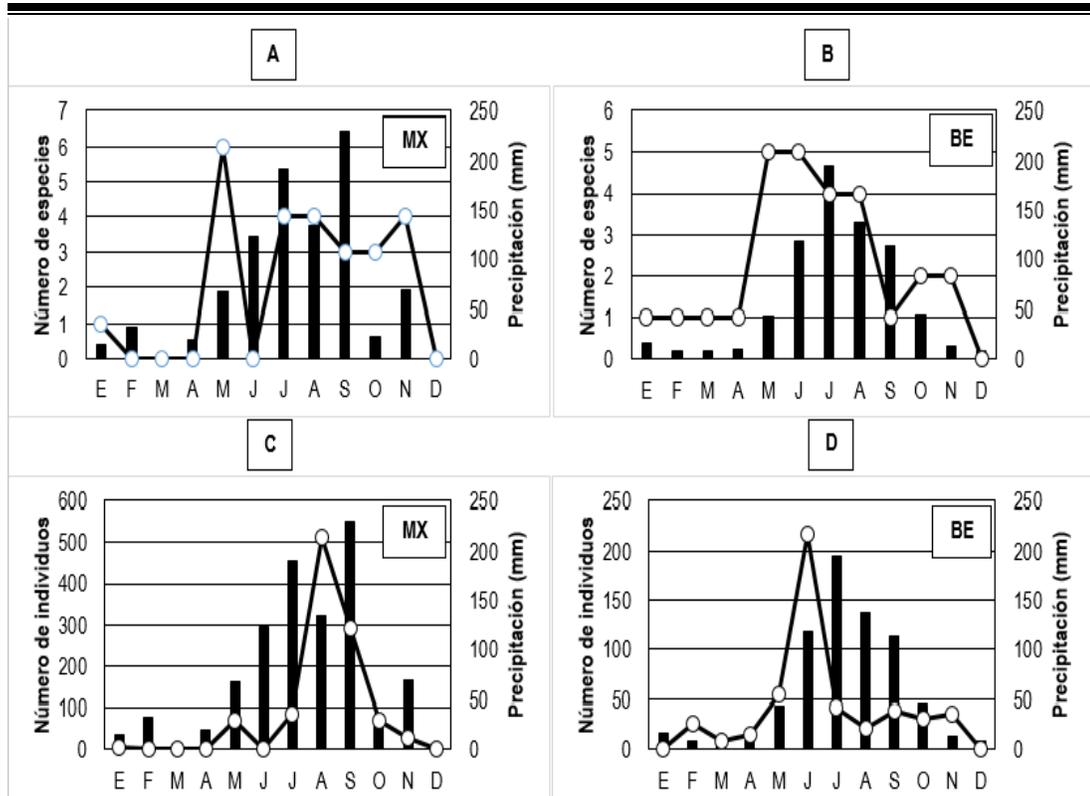


Fig. 3. Riqueza (A y B) y abundancia (C y D) y su relación con la precipitación (barras).

En cuanto a la estacionalidad de *N. mexicanus* y *N. olidus*, en el MX sus poblaciones aparecen en los mismos meses de la estación de lluvias y en el inicio de la sequía, pero ninguna de ellas dominó numéricamente sobre la otra (Anexo 1). En el BE, *N. olidus* mostró la misma fenología restringida a la estación de lluvias, sin embargo, *N. mexicanus* además de haber sido la especie dominante y aparecer casi todo el año, tuvo tres picos de abundancia máxima (Fig. 4A). *Onthophagus (chevrolati) chevrolati* que fue la segunda especie más dominante en el BE presentó un pico de abundancia máxima en junio y se ausentó en la estación seca (Fig. 4B). En el MX *Onthophagus lecontei* dominó con más del 90% de la abundancia total y su pico máximo de abundancia fue en agosto (Fig. 4C).

En el BE la mayor diversidad de coleópteros se presentó en la estación de lluvias ($[H'=1.21; E=0.48]$) y la menor en la sequía ($[H'=0.35; E=0.71]$), lo contrario ocurrió con la uniformidad (diversidad significativamente diferente, prueba de t , $gl=151.93$, $p=1.28^{-19}$). Mientras que en el MX, la mayor diversidad y uniformidad ocurrió en la sequía ($[H'=0.68; E=0.39]$) y la menor durante las lluvias ($[H'=0.33; E=0.15]$) (diversidad significativamente diferente, prueba de t , $gl=130.7$, $p=0.00093$).

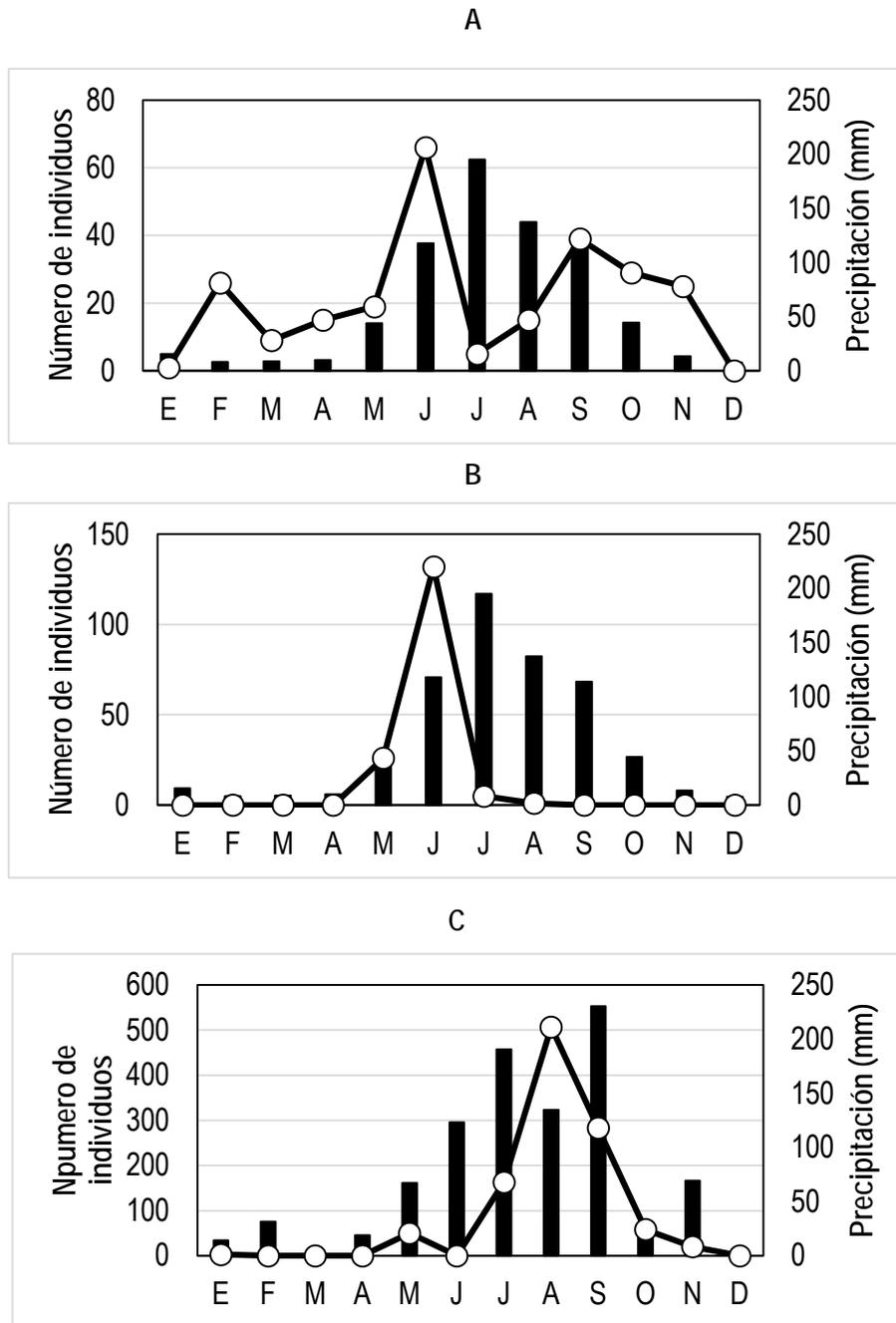


Figura 4. Abundancia mensual de *Nicrophorus mexicanus* (A), *Onthophagus (chevrolati) chevrolati* (B) en el bosque de encino y *Onthophagus lecontei* (C) en el matorral xerófilo y su relación con la precipitación.

Estructura trófica

De manera general, el 77% de los organismos registrados correspondieron al gremio de los copro-necrófagos (Scarabaeidae), el 22% a los necrófagos (Silphidae) y el 1% a los telio-necrófagos (Trogidae). Los gremios copro-necrófagos y telio-necrófagos tuvieron cuatro especies cada uno y las necrófagos solo tres.

En el BE los necrófagos fueron más abundantes que los copro-necrófagos, lo contrario ocurrió en el MX, donde estos últimos dominaron y los telio-necrófagos fueron los menos numerosos (Fig. 5A). Este patrón se repitió en las dos estaciones del año, con excepción del BE donde los copro-necrófagos desaparecieron en la sequía (Fig. 5B).

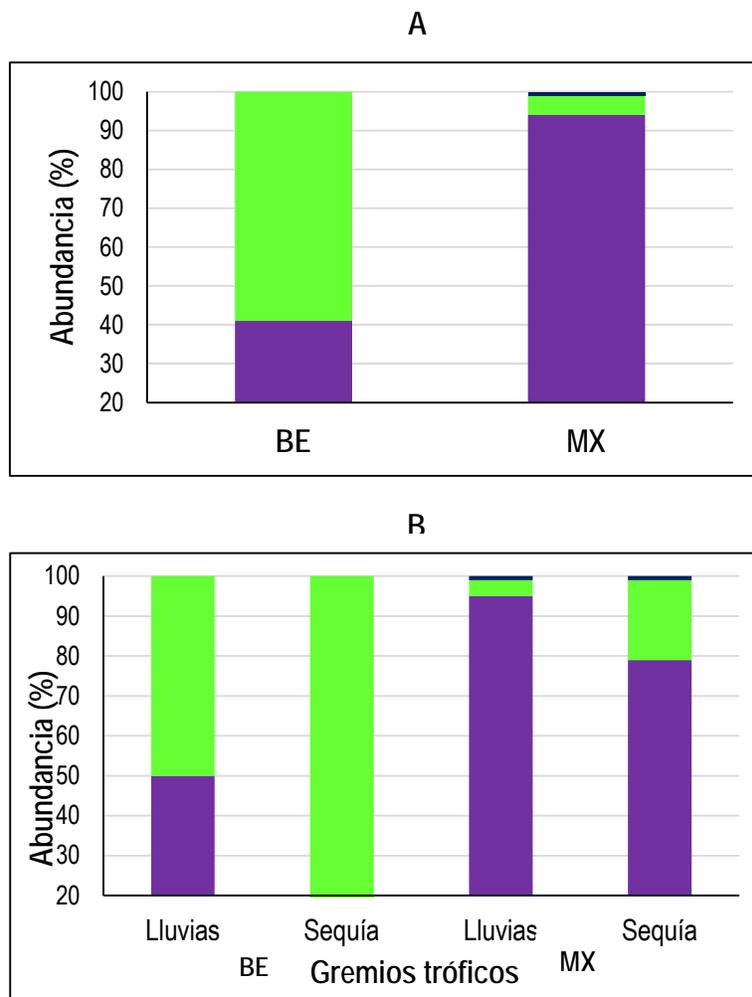


Figura. 5 A-B. Abundancia de los gremios tróficos y estacionalidad en el BE y MX. Morado: copro-necrófagos, verde: necrófagos, azul: telio-necrófagos.

La riqueza de especies copro-necrófagas y necrófagas fue muy similar en ambos tipos de vegetación, en el BE la diferencia entre éstas fue únicamente de una especie. Las especies telio-necrófagas solo se presentaron en el MX (Fig. 6A). Este comportamiento se repite en ambas épocas del año, con excepción de la sequía en el BE, donde las especies copro-necrófagas estuvieron ausentes (Fig. 6B).

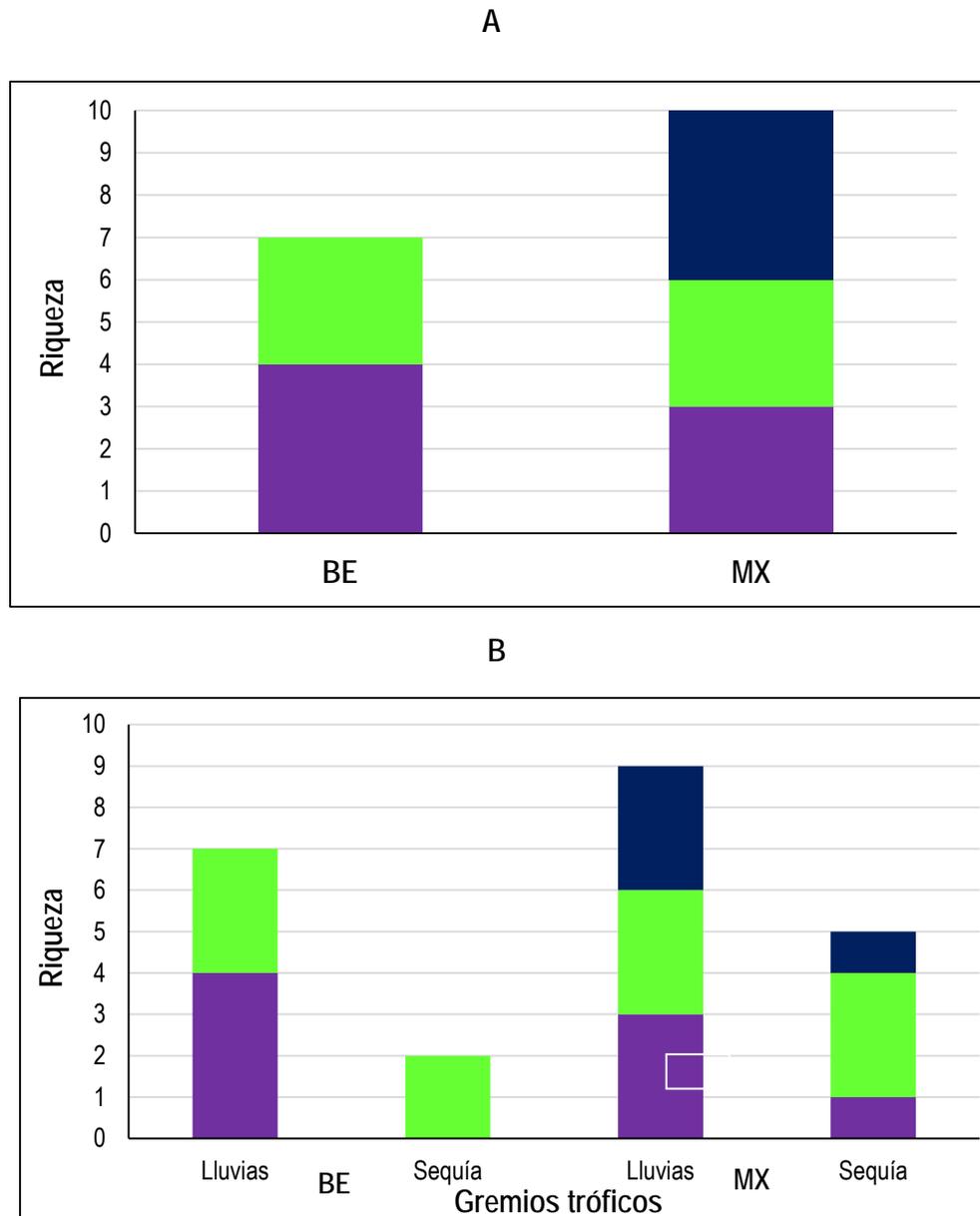


Figura 6. Riqueza de los gremios tróficos y estacionalidad en el BE y MX. Morado: copro-necrófagos, verde: necrófagos, azul: telio-necrófagos.

Discusión

Las 11 especies registradas en esta región de Guanajuato, coinciden con la riqueza observada para éstas mismas familias de coleópteros necrófilos, o al guna de ellas, en altitudes mayores a 2,000 m, donde el número de especies puede llegar a ser hasta de 16 (Cejudo y Deloya, 2005; Navarrete, 2009; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2010; Arriaga *et al.*, 2012; Hernández, 2014, Arellano y Castillo-Guevara, 2014.) lo que también depende de los tipos de vegetación colindantes, las cuales pueden incrementar ligeramente la riqueza específica (Halffter *et al.*, 1995; Sobek *et al.*, 2009). Este patrón observado apoya las estimaciones realizadas para el MX y el BE, y sugieren que el muestreo fue adecuado para el MX y completo para el BE.

Por otro lado, se observaron diferencias en cuanto a la composición faunística entre los dos tipos de vegetación, el MX tuvo mayor riqueza de especies y abundancia que el BE. Además, todas las especies del BE, excepto *O. aff. brevifrons* que fue exclusiva, se compartieron con el MX, mientras que en este último tipo de vegetación, las especies exclusivas correspondieron solo a las cuatro incluidas en la familia Trogidae, las especies de esta familia de manera general tienen cierta preferencia por lugares áridos y perturbados y no suelen verse afectadas por el tipo de suelo (Deloya, 2000; Morón, 2003; Arriaga, *et al.*, 2012).

En el caso de las dos especies más abundantes de la familia Scarabaeidae, a pesar de estar presentes en ambos tipos de vegetación, mostraron cierta preferencia por un tipo, tal es el caso de los individuos de *O. (c) chevrolati* que fueron capturados casi en su totalidad en el BE, lo contrario ocurrió con *O. lecontei* que dominó en el MX. Se ha visto que las especies de tallas pequeñas, del género *Onthophagus*, muestran cierta preferencia por hábitats abiertos y perturbados (Arriaga *et al.*, 2012), sin embargo, en el caso de *O. (c) chevrolati*, a pesar de su talla pequeña, fue más común en el BE que correspondió al sitio con mayor humedad y cobertura; Arellano y Castillo-Guevara (2014) encontraron que esta especie tiene poca preferencia por lugares perturbados por el fuego donde la cantidad de materia orgánica y humedad relativa en el suelo son bajas en comparación con los sitios no quemados.

Debido a esta sensibilidad mostrada por las poblaciones a los cambios en el ambiente, en este caso al tipo de vegetación, algunas de las especies de Scarabaeidae, han sido propuestas como bioindicadoras (Pulido-Herrera, 2003; Davis *et al.*, 2004; Nichols *et al.*, 2007). La composición de especies de esta familia es afectada principalmente por las características del suelo, la vegetación y la calidad del excremento (Davis, 2002).

Algo similar, a lo observado con Scarabaeidae, ocurrió con las especies de la familia Silphidae, de las cuales *N. mexicanus* y *N. olidus*, a pesar de aparecer en ambos tipos de vegetación, prácticamente todos sus individuos fueron capturados en el BE, esto coincide con el patrón general observado para las especies de Silphidae, las cuales se desarrollan mejor en ambientes montanos por arriba de los 2,000 m, por su origen Neártico (Peck y Anderson, 1985), sin embargo, en el caso de *T. truncatus*, mostró una clara preferencia por el MX que podría deberse a la inclinación de ésta especie por lugares áridos y abiertos, y en localidades superiores a 1,000 msnm y hasta los 2,200 msnm (Peck y Anderson, 1985; Navarrete-Heredia, 2009; Hernández, 2014).

La aparición de *N. mexicanus* durante prácticamente todo el año, es una fenología observada casi siempre en ambientes situados por arriba de los 2,000 m (Zaragoza y Pérez, 1979; Terrón *et al.*, 1991; Rivera-Cervantes y García-Real, 1998, Arellano *et al.*, 2005, Pérez *et al.*, 2015), al igual que la dominancia sobre *N. olidus* (Navarrete-Heredia, 1995), cuando esto último ocurre, *N. olidus* restringe su aparición a los meses de lluvia (Rivera-Cervantes y García-Real, 1998, Pérez *et al.*, 2015) como sucedió en este estudio; aunque esto mismo puede pasar aun cuando las abundancias son muy similares (Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011).

Tanto para *N. mexicanus* como para *N. olidus*, el tipo de vegetación resultó determinante para el desarrollo de sus poblaciones, a pesar de que la localidad con MX estuvo ubicado por arriba de 2,000 m, la abundancia fue muy baja comparada con la cantidad de individuos capturados en el BE, que podría ser debido a que ambas especies se consideran elementos comunes en sitios con bosque de encino (Peck y Anderson, 1985; Navarrete-Heredia, 2009).

En ambos tipos de vegetación, se observó la dominancia de pocas especies, en el MX una sola especie fue 33 veces más abundante que la segunda de mayor abundancia, mientras que en el BE se tuvieron dos especies dominantes con una diferencia entre el primer y segundo lugar, de uno y media vez. Además, en ambos casos, al menos la mitad de las especies estuvieron representadas por menos de diez individuos, de las cuales en el MX cuatro de ellas fueron exclusivas y de las del BE solo una fue única. El patrón de dominancia descrito es comúnmente observado en los estudios sobre diversidad de insectos (Reyes-Novelo *et al.*, 2007; Deloya *et al.*, 2007; Navarrete y Halffter, 2008; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2010; Naranjo-López y Navarrete-Heredia, 2011, Arellano y Castillo-Guevara, 2014). Debido a este patrón de dominancia tan contrastante entre ambos tipos de vegetación, el BE fue más diverso y mostró una comunidad de coleópteros con una distribución más uniforme que el MX. Esto coincide con lo señalado por Caballero y León-Cortés (2012) quienes mencionan que los escarabajos necrófilos muestran una mayor dominancia y una baja diversidad en condiciones de mayor estrés que se presentan cuando la vegetación está perturbada o durante la estación de sequía.

Por otro lado, las poblaciones tanto en el MX como el BE fueron estacionales, la aparición de la mayoría de las especies, así como, sus picos de abundancia fueron en el periodo de lluvias, este comportamiento de las poblaciones es común en la mayoría de los estudios sobre escarabajos necrófilos y al parecer está determinado por la mayor disponibilidad de recursos durante este periodo (Arellano *et al.*, 2005; González-Hernández *et al.*, 2005; Deloya *et al.*, 2007; Reyes-Novelo *et al.*, 2007; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2010; Deloya *et al.*, 2013), con algunas excepciones debidas a cambios atípicos del régimen de precipitación anual (Deloya, 1996). La presencia de casi todas las especies estuvo restringida de uno a cinco meses, solamente las especies dominantes de *O. lecontei* en el MX y *N. mexicanus* en el BE, se capturaron en siete y 11 meses respectivamente.

El MX tuvo mayor número de especies (5) que el BE (2) en el periodo de sequía, a pesar de que el MX tuvo una mayor exposición solar y de ser un ambiente más seco que el BE, el cual tuvo mayor cobertura y humedad por la presencia de riachuelos. Esto probablemente se debe a que los ambientes perturbados poseen mayor disponibilidad de recursos durante todo el año, lo cual favorece la aparición de más especies y durante más

tiempo (Morón y Terrón, 1984; Estrada *et al.*, 1998; Halffter y Arellano, 2001; Hernández *et al.*, 2003; Reyes-Novelo *et al.*, 2007), lo cual además podría explicar el hecho de que *O. lecontei* y *T. truncatus* fueron exclusivas de las lluvias en el BE, mientras que estuvieron presentes en ambas estaciones del año en el MX. Esto también se relaciona con la mayor diversidad obtenida en el MX durante la sequía, mientras que el BE la mayor diversidad fue durante la estación de lluvias.

La dominancia en el BE por parte de los necrófagos y la ausencia o poca representatividad de las especies telio-necrófagas es similar a lo encontrado en localidades con BP-E (Deloya, 1996; Trevilla-Rebollar *et al.*, 2010). Probablemente, esto se deba a que las zonas boscosas pueden albergar mayor cantidad de vertebrados y por ende más cadáveres, lo cual favorece a los grupos de escarabajos especialistas (Caballero y León-Cortés, 2012), como las especies estrictamente necrófagas que tuvieron preferencia por el BE, mientras que las especies facultativas (copro-necrófagas) fueron más tolerantes a los ambientes perturbados y secos como el MX.

Conclusiones

- Se recolectaron un total de 1,551 especímenes, de los cuales la familia Scarabaeidae fue la más abundante con 1,195 individuos, seguida por Silphidae (343) y Trogidae (13).
- Se presentaron un total de once especies, la mayor riqueza la obtuvo Scarabaeidae y Trogidae con cuatro especies cada una, mientras que Silphidae tuvo únicamente tres.
- *Trox spinulosus dentibius*, *Omorgus rubricans*, *Omorgus suberosus* y *Copris lecontei* representan nuevos registros para el estado de Guanajuato.
- Las estimaciones de especies realizadas sugieren que el muestreo fue adecuado para el MX y completo para el BE, esto coincide con la riqueza obtenida en ambientes situados a altitudes mayores 2,000 m.
- Ambos tipos de vegetación compartieron el 54% de las especies, incluidas todas las de Silphidae y tres de las cuatro recolectadas para Scarabaeidae, mientras que las cuatro de Trogidae fueron exclusivas del matorral xerófilo.
- Se registró un patrón de pocas especies dominantes y varias especies con poca abundancia; en el MX *Onthophagus lecontei* fue la mejor representada y en el BE fueron *N. mexicanus* y *O. (chevrolati) chevrolati*. Este patrón de dominancia se observa comúnmente en estudios sobre diversidad de insectos.
- La vegetación perturbada y la estación de sequía, ambas condiciones de estrés, están relacionadas con una mayor dominancia y una baja diversidad de especies.
- La distribución de las especies estuvo determinada por el tipo de vegetación, la perturbación, disponibilidad del recurso alimentario y la estacionalidad ya que ambas localidades tuvieron especies propias o con preferencia por alguna localidad.
- El BE presentó la mayor diversidad y uniformidad, a pesar de que tuvo menor riqueza y abundancia que el MX.

-
- Las poblaciones tanto en el MX como el BE fueron estacionales, sus picos de abundancia y riqueza fueron en el periodo de lluvias, este comportamiento de las poblaciones es común en la mayoría de los estudios sobre escarabajos necrófilos y al parecer está determinado por la mayor disponibilidad de recursos durante este periodo.
 - En el BE el gremio necrófago fue el más abundante y en el MX dominaron los copro-necrófagos. Esto se repitió en ambas estaciones del año, con excepción del BE donde los copro-necrófagos desaparecieron en la sequía.

Referencias citadas

- Acuña-Soto, J. A. 2004. Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae e Histeridae) de la Sierra Norte de Puebla, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Estado de México, México. 83 p.
- Arellano, L., Favila M. E. and C. Huerta. 2005. Diversity of dung and carrion beetle in a disturbed Mexican tropical montane cloud forest and on shade coffee plantations. *Biodiversity & Conservation*. 14: 601-615.
- Arellano, L., Martínez A. J., Lezama-Delgado, E. and M. Zunino. 2009. Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in rabbit dung heaps: First report for Mesoamerica. *The Coleopterists Bulletin*. 63: 101-104.
- Arellano, L. y C. Castillo-Guevara 2014. Efecto de los incendios forestales no controlados en el ensamble de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un bosque templado del centro de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 854-865.
- Arriaga A., Halffter, G. and C. Moreno 2012. Biogeographical affinities and species richness of copronecrophagous beetles (Scarabaeoidea) in the southeastern Mexican High Plateau. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 519-529.
- Bates, H. W. 1886-1890. Insecta. Coleoptera. Pectinicornia and Lamellicornia. *Biologia Centrali-Americana*. Zoología. Vol. II. Parte 2. Londres. 432 pp.
- Bouchard P., Bousquet Y., Davies A. E., Alonso-Zarazaga M. A., Lawrence J. F., Lyal C. H. C., Newton A. F., Reid C. A. M, Schmitt M., Ślipiński S. A. and A. B. T. Smith. 2011. Family-group names in Coleoptera (Insecta). *ZooKeys*. 88: 1-972.

-
- Caballero, U. and León-Cortés, J.L. 2012. High diversity beetle assemblages attracted to carrion and dung in threatened tropical oak forests in Southern Mexico. *Journal of Insect Conservation*. 16: 537–547.
 - Cejudo-Espinosa, E. y C. Deloya. 2005. Coleoptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del Nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 44(1): 67-73.
 - CNA. 2003. Registro de precipitación pluvial mensual en mm. Inédito.
 - Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Persistent URL purl.oclc.org/estimates
 - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. La biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)/Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato (IEE). México. 446 p.
 - Davis, A. L. 2002. Dung beetle diversity in South Africa: influential factors, conservation status, data inadequacies and survey design. *African Entomology*. 10: 53–65.
 - Davis, A.L., Scholtz, C.H., Dooley, P., Bham, N. and U. Kryger. 2004. Scarabaeine dung beetles as indicators of biodiversity, habitat transformation and pest control chemicals in agroecosystems. *South African Journal of Science*. 100: 1–10.
 - Delgado, L., Pérez A. y J. Blackaller. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México. *Folia Entomológica Mexicana*. 110: 33-87.

-
- Delgado, L. y J. Gómez-Anaya. 2003. Distribución de Silphidae en tres gradientes altitudinales de Centro y Sur de México, incluyendo nuevos registros para México. *Dugesiana*. 10(1): 1-12.
 - Delgado, J. M., Castro-Ramírez E., Morón M. A. y L. Ruíz Montoya. 2012. Diversidad de Scarabaeoidea (Coleoptera) en las principales condiciones de hábitat de Montebello, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana*. 28(1): 185-210.
 - Deloya, C. 1996. Los macro-coleópteros necrófilos de Tepoztlán, Morelos, México (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae). *Folia Entomologica Mexicana*. 97: 39-54
 - Deloya, C. 2000. Distribución de la familia Trogidae en México (Coleoptera Lamellicornia). *Acta Zoológica Mexicana*. (n.s.) 81: 63-76.
 - Deloya, C., Parra-Tabla, V. y Delfín-González, H. 2007. Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeidae) asociados al Bosque Mésófilo de Montaña, Cafetales bajo sombra y Comunidades derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*. 36(1):005-021. México.
 - Deloya, C.; Madora-A, Martha y D. Covarrubias-M., 2013. Scarabaeidae y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 39 (1): 88-94.
 - Estrada, A., Coates-Estrada R., Dadda A. A. y P. Cammarano. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 14: 577-593
 - Gómez, G. 2005. Macro-coleópteros necrófilos (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla Morelos, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. Estado de México, México. 61 p.

-
- González-Hernández A. L., Navarrete-Heredia J. L., Quiroz-Rocha G. A., y C. Deloya. 2015. Coleópteros necrócolos (Scarabaeidae: Scarabaeinae, Silphidae y Trogidae) del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 86: 766-770.
 - González-Hernández A.L., Navarrete-Heredia J. L., Quiroz-Rocha G. A., y J. B. López-Caro. 2013. Coleópteros (Scarabaeidae, Trogidae y Silphidae) asociados a un cadáver de Iechón *Sus scrofa* (Linnaeus, 1758) en el bosque de los Colomos, Guadalajara, Jalisco. *Acta Zoológica Mexicana*. 29(1): 252-254.
 - Halffter, G. and M. E. Favila. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*. 27: 15-21.
 - Halffter, G., Favila M. E. and L. Arellano. 1995 Spatial distribution of three groups of coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican Transition Zone and its biogeographical implications. *Elytron* 9: 151-185. Boletín de la Asociación Europea de Coleopterología.
 - Halffter, G. y L. Arrellano. 2001. Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical, p.35-53. En: Navarrete-Heredia J. L., Fierros-López H. E., Burgos-Solorio A. (eds). Tópicos sobre Coleoptera de México. Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México, 108p.
 - Hammer, O., D.A.T. Harper y P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4(1): 10-50.

-
- Hernández, B., J.M. Maes, C.A. Harvey, S. Vílchez, A. Medina & D. Sánchez. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 10: 93-102.
 - Hernández, B. 2014. Distribución altitudinal de coleópteros necrócolos (Coleoptera: Scarabaeoidea y Silphidae) en Cerro de García, Jalisco. Tesis de Maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 61 p.
 - Humphrey, J.W., Hawes, C., Peace, A.J., Ferris-Kaa, R. and M. R. Jukes. 1999. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *Forest Ecology and Management*. 113: 11–21.
 - INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Guanajuato, Guanajuato. Clave geoestadística 11015.
 - Jiménez-Sánchez, E.; Quezada-García R. y J. Padilla-Ramírez. 2012. Diversidad de escarabajos necrófilos (Coleoptera: Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae y Trogidae) en una región semiárida del valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla, México. *Revista de Biología Tropical*. 61(3): 1475-1491.
 - Klein, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology*. 70: 1715–1725
 - Labrador, G. 2005. Coleópteros necrófilos de México: Distribución y Diversidad. Tesis de Licenciatura (Biólogo). Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jalisco. México. 147 p.

-
- Lassau, S. A., D. F. Hochuli, G. Cassis & C. A. M. Reid, 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: Do functional groups respond consistently? *Diversity and Distributions*. 11: 73–82.
 - Magurran, A. E. 1989. *Diversidad Ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. Barcelona, 200 p.
 - McGeoch, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews*. 73, 181–201.
 - McGeoch, M. A., B. J. Van Rensburg & A. Botes. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *Journal of Applied Ecology*. 39: 661-672.
 - Mora-Aguilar E. F. y Montes de Oca, E. 2009. Escarabajos necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae y Trogidae) de la región central baja de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 25(3): 569-588.
 - Morón, M.A. 1985. Los insectos degradadores, un factor poco estudiado en los bosques de México. *Folia Entomológica Mexicana*. 65: 131–137.
 - Morón, M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México (Coleoptera Lamellicornia) Vol. 2. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania, Barcelona, España. 227 p.
 - Morón, M.A. y R. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos de la Sierra Norte de Hidalgo. México. *Acta Zoológica Mexicana*. 3: 1-47
 - Naranjo-López, A. G. y J. L. Navarrete-Heredia. 2011. Coleópteros necrócolos (Histeridae, Silphidae y Scarabaeidae) en dos localidades de Gómez-Farías, Jalisco, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 37(1): 103-110.

-
- Naskrecki, P. 2008. Mantis V. 2.0 - A Manager of Taxonomic Information and Specimens. URL: <http://insects.oeb.harvard.edu/mantis>.
 - Navarrete, D. and G. Halffter. 2008b. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, México: the effects of anthropogenic changes. *Biodiversity and Conservation* 17(12): 2869–2898
 - Navarrete Gutiérrez, D. 2009. Diversidades α , β y γ de escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en un paisaje de selva siempre verde en Chiapas, México. Tesis de doctorado. Instituto de Ecología. Veracruz, México. 152 p.
 - Navarrete-Heredia, J. L. 1995. Coleópteros Silphidae de Jalisco y del Volcán de Tequila incluyendo comentarios generales sobre su biología. *Dugesiana*. 26: 11-28.
 - Navarrete-Heredia, J. L. 2009. Silphidae (Coleoptera) de México. Diversidad y distribución. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México. 160 p.
 - Navarrete-Heredia, J. L.; Sainz, C. I.; González-Hernández, A. L.; Quiroz-Rocha, G. A.; Hernández, A.; Vásquez-Bolaños, M.; Vega-Romero, D. y Hernández, B. 2012. Coleópteros necrócolos del Bosque Los Colomos, Guadalajara, Jalisco, México. *Dugesiana*. 19(2):157-162.
 - Nichols, E., Larsen, T., Spector, S., Davis, A. L., Escobar, F., Favila, M. and K. Vulinec. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation*. 137: 1–19.

-
- Otavo, S., Parrado-Rosselli, A., and J. A. Noriega. 2013. Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*. 61(2): 735-752.
 - Peck, S.B. and R.S. Anderson. 1985. Taxonomy, phylogeny and bi ography of the carrion beetles of latin America (Coleoptera: Silphidae). *Quaestiones Entomologicae*. 21: 247-317.
 - Pérez, J., Jiménez-Sánchez, E. y J. Padilla-Ramírez. 2015. Escarabajos atraídos a la carroña (Coleoptera: Scarabaeidae, Geotrupidae, Hybosoridae, Trogidae y Silphidae) en las cañadas de Coatepec Harinas, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. En prensa.
 - Pulido-Herrera L., Riveros-Cañas R., Gast-Harders F. y P. Von Hildebrand. 2003. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural "Serranía de C hiribiquete", Caquetá, Colombia (Parte I). Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento. *Monografías Tercer Milenio*. Vol. 3. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza. 51-58 pp.
 - Quiroz-Rocha, G. A., Navarrete-Heredia J. L. y P. A Martínez-Rodríguez. 2008. Especies de S carabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) y Silphidae (Coleoptera) necrófilas de Bosque de Pino-Encino y Bosque Mesófilo de Montaña en el Municipio de Mascota, Jalisco, México. *Dugesiana*. 15(1): 27-37.
 - Reyes-Novelo, E., H. Delfín-Gonzalez y M. A. Morón, 2007. Copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem in Yucatan, Mexico. *Revista de Biología Tropical*. 55(1): 83-99.

-
- Rivera-Cervantes L.E. y E. García-Real. 1998. Análisis preliminar sobre la composición de los escarabajos necrófilos (Coleoptera: Silphidae y Scarabaeidae) presentes en dos bosques de pino (uno dañado por fuego), en la estación Científica Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. *Dugesiana*. 5(1): 11-22.
 - Schaeffer, C. 1914. A Short Review of the North American Species of *Onthophagus* (Col. Scarab.). *Journal of the New York Entomological Society*. 22(4): 290-300.
 - Sobek S., Steffan-Dewenter I, Cherber C. and T. Tschamtkke. 2009. Spatiotemporal changes of beetle communities across a tree diversity gradient. *Diversity and Distributions*. 15: 660-670.
 - Spector, S. and S. Ayzama. 2003. Rapid turnover and edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivian Neotropical Forest Savanna Ecotone. *Biotropica*. 35: 394-404.
 - TERRÓN S.R., S. ANDUAGA Y M.A. MORÓN, 1991. Análisis de la coleopterofauna necrófila de la Reserva de la Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 81:315-324.
 - Trevilla-Rebollar, A., C. Deloya y J. Padilla-Ramírez. 2010. Coleópteros Necrófilos (Scarabaeidae, Silphidae y Trogidae) de Malinalco, Estado de México, México. *Neotropical Entomology*. 39(4): 486-495.
 - Vaurie, P. C. 1955. Revision of the genus *Trox* in North America. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 106: 1-89.
 - Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; Mendoza, H.; Ospina, M. y A. UMAÑA. 2006. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 185-226 En: Manual

de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.

- Zaragoza, S. 1999. Eugenio Dugès: un precursor de la entomología en México. *Dugesiana*. 6(2): 1-26.
- Zaragoza C. S. y R. H. Pérez. 1979. Varianza de *Nicrophorus mexicanus* Matthews (Coleóptera: Silphidae) y su correlación ambiental en el Pedregal de San Ángel, Distrito Federal, México. *Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoología*. 459-475.
- Zhang, Z.-Q. 2013. Phylum Arthropoda. *Zootaxa*. 3703 (1): 17-26.
- Zunino, M. y G. Halffter. 1988. Análisis taxonómico, ecológico y biogeográfico de un grupo americano de *Onthophagus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Monografía IX, Museo Regionale di Scienze Naturali. Torino, Italia.

Anexo 1. Abundancia mensual de las especies en el matorral xerófilo. Color azul: Estación lluviosa.

Taxones	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Onthophagus lecontei</i>	3	0	0	0	50	0	63	507	283	58	20	0
<i>Onthophagus (chevrolati) chevrolati</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
<i>Copris lecontei</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Nicrophorus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	4	0
<i>Nicrophorus olidus</i>	0	0	0	0	3	0	3	4	0	0	1	0
<i>Thanatophilus truncatus</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	9	11	4	0
<i>Trox plicatus</i>	0	0	0	0	5	0	0	1	1	0	0	0
<i>Trox spinulosus dentibius</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Omorgus rubricans</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Omorgus suberosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total individuos	3	0	0	0	69	0	84	513	293	70	29	0
Total especies	1	0	0	0	6	0	6	4	3	3	4	0

Anexo 2. Abundancia mensual de las especies en el bosque de encino. Color azul: Estación lluviosa.

Taxones	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Onthophagus lecontei</i>	0	0	0	0	2	0	30	0	0	0	0	0
<i>Onthophagus (chevrolati) chevrolati</i>	0	0	0	0	26	132	5	1	0	0	0	0
<i>Onthophagus aff. brevifrons</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Copris lecontei</i>	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0
<i>Nicrophorus mexicanus</i>	1	26	9	15	19	66	5	15	39	29	25	0
<i>Nicrophorus olidus</i>	0	0	0	0	7	14	0	4	0	1	10	0
<i>Thanatophilus truncatus</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0
Total individuos	1	26	9	15	55	217	42	21	39	30	35	0
Total especies	1	1	1	1	5	5	4	4	1	2	2	0